

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

96P1650

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 33 15675 A1

⑤1 Int. Cl. 3:  
F21 K 2/00  
H 01 L 33/00  
H 01 L 27/15  
H 01 S 3/18  
G 01 N 21/35



DEUTSCHES  
PATENTAMT

MEMBER OF PATENT FAMILY : U.S. 4593537

②1 Aktenzeichen: P 33 15 675.1  
②2 Anmeldetag: 29. 4. 83  
④3 Offenlegungstag: 3. 11. 83

BY

H01L33/00B2

F21K2/00C

DE 3315675 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
30.04.82 JP U63640-82 31.05.82 JP U80131-82

⑦1 Anmelder:  
Omron Tateisi Electronics Co., Kyoto, JP

⑦4 Vertreter:  
Wilhelms, R., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Kilian, H.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Yamashita, Shigeaki, Nagaokakyo, Kyoto, JP

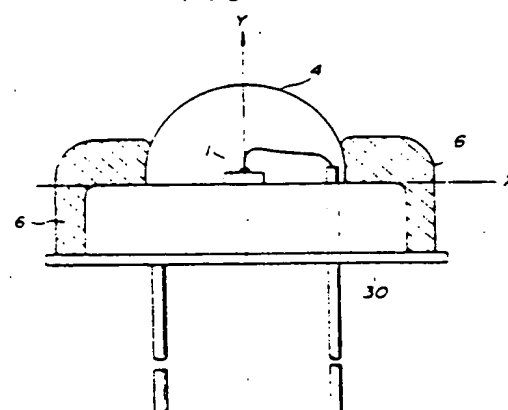
H01L33/00B3B

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Lichtemissionsvorrichtung

Es sind ein Infrarot-Leuchtelement (1) und eine Fluoreszenzsubstanz (6) zur Umwandlung von Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung vorgesehen, wobei durch das Infrarot-Leuchtelement erzeugte Infrarotstrahlung nach außen abgestrahlt wird und gleichzeitig ein Teil der Infrarotstrahlung auf die Fluoreszenzsubstanz einfallt, so daß durch die Fluoreszenzsubstanz damit erzeugte sichtbare Strahlung ebenfalls nach außen abgestrahlt wird. (33 15 675)

FIG. 1



DE 3315675 A1

DR. ROLF E. WILHELMS  
DR. HELMUT KILIAN

GEIBELSTRASSE 6  
8000 MÜNCHEN 80

TELEFON (089) 47 40 73  
TELEX 52 34 67 (wlp-d)  
TELEGRAMME PATRANS MÜNCHEN  
TELECOPIER gr. 2 (089) 222 066

P 1651-DE

OMRON TATEISI ELECTRONICS CO.  
Kyoto - Japan

---

Lichtemissionsvorrichtung

---

Prioritäten: 30. April 1982 - JAPAN - Nr. 63640/1982 (GM)  
31. Mai 1982 - JAPAN - Nr. 80131/1982 (GM)

Patentansprüche

1. Lichtemissionsvorrichtung zur gleichzeitigen Aussendung von Infrarotstrahlung und sichtbarer Strahlung, gekennzeichnet durch ein Infrarot-Leuchtelement und eine mit dem Infrarot-Leuchtelement kombinierte Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung umwandelnde Fluoreszenzsubstanz (6), welche mit Erhalt eines Teils der von dem Infrarot-Leuchtelement nach außen abgegebenen Infrarotstrahlung sichtbare Strahlung erzeugt.

10

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Infrarot-Leuchtelement eine

siliziumdotierte GaAs-Leuchtdiode (1; 101) ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß das Infrarot-Leuchtelement in trans-  
5 parentes Harz (4, 55) eingeformt ist.

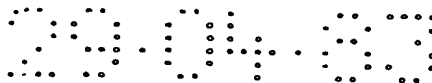
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß das transparente Harz (4, 55), in  
das das Infrarot-Leuchtelement eingeformt ist, einen halb-  
10 kugelförmigen Abschnitt aufweist, der als Hauptemissionsab-  
schnitt für die Infrarotstrahlung dient.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß das transparente Harz (4), in das  
15 das Infrarot-Leuchtelement eingeformt ist, im wesentlichen  
säulenförmig aufgebaut ist und an seiner Spitze einen halb-  
kugelförmigen Abschnitt aufweist, der als Hauptemissionsab-  
schnitt für die sichtbare Strahlung dient.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß das Infrarot-Leuchtelement in einem  
Schaltungsgehäuse (3) eingeschlossen ist, welches einen Fen-  
sterabschnitt (3a) für den Durchtritt der Infrarotstrahlung  
20 aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß das Infrarot-Leuchtelement als Halb-  
leiterchip (42) ausgebildet ist und der Halbleiterchip mehre-  
re Lichtemissionsbereiche (45, 46) auf seiner Oberfläche auf-  
30 weist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß der Halbleiterchip (42) auf seiner  
Oberfläche einen Lichtemissionsbereich (45) in Form eines  
35 Punktes und mehrere Lichtemissionsbereiche (46) in Form eines



3315675

-3-

den Punkt umgebenden Bogens aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß die Fluoreszenzsubstanz (6, 106) zur  
5 Umwandlung von Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung eine  
Fluoreszenzsubstanz aus der Familie der Fluorlanthanide ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß die Fluoreszenzsubstanz (6, 106) zur  
10 Umwandlung von Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung in  
transparentem Harz verteilt vorliegt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß die Fluoreszenzsubstanz (6, 106) in  
15 transparentem Harz verteilt vorliegt und in Form eines Rin-  
ges ausgebildet ist, in den der halbkugelförmige Abschnitt  
eingebettet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch g e k e n n -  
20 z e i c h n e t , daß ein Teil der Lichtemissionsbereiche  
(46) mit der Fluoreszenzsubstanz (106) zur Umwandlung von  
Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung abgedeckt ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch g e k e n n -  
25 z e i c h n e t , daß die bogenförmigen Lichtemissionsbe-  
reiche (46) durch das transparente Harz, in dem  
die Fluoreszenzsubstanz (106) zur Umwandlung von Infrarot-  
strahlung in sichtbare Strahlung verteilt vorliegt, in Form  
eines Ringes abgedeckt ist.

30

14. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß in das transparente Harz (4), wel-  
ches das Infrarot-Leuchtelement einformt, gebohrte Löcher (5)  
mit der Fluoreszenzsubstanz (6) zur Umwandlung von Infra-  
35 rotstrahlung in sichtbare Strahlung gefüllt sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die in den Löchern (5) vor-  
liegende Fluoreszenzsubstanz (6) zur Umwandlung von Infra-  
rotstrahlung in sichtbare Strahlung mittels eines Deckels  
5 (7) aus transparentem Harz eingeschlossen ist.

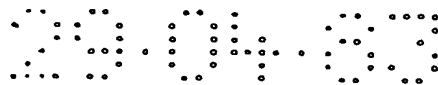
16. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß zur Ausleitung von durch  
die Fluoreszenzsubstanz (6) zur Umwandlung von Infrarot-  
10 strahlung in sichtbare Strahlung erzeugter sichtbarer Strah-  
lung das eine Ende einer Lichtleitfaser (31) in das Loch (5)  
eingesetzt und dort festgelegt ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch g e -  
15 k e n n z e i c h n e t , daß die Fluoreszenzsubstanz (6)  
zur Umwandlung von Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung  
im Bereich der Seite des Infrarot-Leuchtelements in dem Ge-  
häuse (3) angeordnet und eine Lichtleitfaser (31) zur Aus-  
leitung von durch die Fluoreszenzsubstanz (6) erzeugter  
20 sichtbarer Strahlung so angebracht ist, daß sie das Gehäuse  
durchdringt.

18. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die Fluoreszenzsubstanz (6,  
25 106) zur Umwandlung von Infrarotstrahlung in sichtbare Strah-  
lung seitlich der optischen Hauptachse des Infrarot-Leucht-  
elements angeordnet ist.

30

35



3315675

-5-

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Lichtemissionsvorrichtung, die so aufgebaut ist, daß Infrarotstrahlung und sichtbare Strahlung gleichzeitig abgestrahlt werden können.

In verschiedenen photoelektrischen Sensoren, etwa einem photoelektrischen Schalter, wird als Lichtquelle im allgemeinen eine wohlbekannte Infrarot-Leuchtdiode verwendet. Als Gründe für die Verwendung von Infrarot-Leuchtdioden als Lichtquelle auf dem Gebiet photoelektrischer Sensoren lassen sich aufführen, daß Siliziumdotierungs- und Galliumarsenid-Infrarot-Leuchtdioden, die eine ausgezeichnete Lichtausbeute haben, zu sehr niedrigen Preisen verfügbar sind, daß Infrarotstrahlung zur Durchführung einer Detektion ohne Beeinträchtigung durch natürliche Umgebungsstrahlung ausgewählt werden, und daß der Verlust von Infrarotstrahlung in optischen Übertragungswegen, wie etwa Lichtleitfasern usw., sehr gering ist.

Ein ernsthafter Nachteil photoelektrischer Sensoren, die Infrarot-Leuchtdioden verwenden, besteht jedoch darin, daß Infrarotstrahlung, die sein Meßlicht darstellt, für das menschliche Auge unsichtbar ist. Beim tatsächlichen Einsatz von photoelektrischen Sensoren ergibt sich in vielen Fällen die Notwendigkeit, sich darüber zu vergewissern, ob nun sein Meßlicht (Infrarotstrahlung) abgestrahlt wird oder nicht, was jedoch bei Infrarotstrahlung nicht möglich ist. Bei der Anbringung eines photoelektrischen Sensors auf einem Meßobjekt ist es außerdem notwendig, die Position des Objekts in Bezug auf sein Meßlicht genau einzujustieren, weshalb in einem solchen Fall sichtbares Meßlicht bequem ist.

Unter einem solchen Gesichtspunkt wurde das Erscheinen einer sogenannten Doppelfarben-Leuchtdiode, die in der Lage ist, gleichzeitig sichtbare Strahlung und Infrarotstrahlung



auszusenden, erwartet. Eine solche Doppelfarben-Leuchtdiode wurde jedoch noch nicht entwickelt. Auf dem Gebiet von im Sichtbaren arbeitenden Leuchtdioden haben solche, die grünes und rotes oder grünes, oranges und rotes Licht gleichzeitig aussenden, bereits Eingang in die Praxis gefunden. Eine Leuchtdiode, die gleichzeitig Infrarotstrahlung und sichtbare Strahlung abgibt, wurde jedoch noch nicht entwickelt.

Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer Lichtemissionsvorrichtung, die aus einem einfach verfügbaren Infrarotstrahlung emittierenden Element (beispielsweise einer Infrarot-Leuchtdiode, einer Infrarot-Laserdiode usw.) und einer vom Infraroten ins Sichtbare umwandelnden Fluoreszenzsubstanz zusammengesetzt und in der Lage ist, gleichzeitig Infrarotstrahlung und sichtbare Strahlung auszusenden.

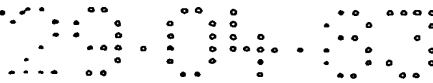
Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer Lichtemissionsvorrichtung eines solchen Aufbaus, daß eine Überwachung, ob Infrarotstrahlung normal ausgesandt wird oder nicht, über sichtbare Strahlung bewerkstelligt und diese sichtbare Strahlung für die Überwachung zu einer von dem die Infrarotstrahlung emittierenden Element getrennt liegenden Stelle geleitet werden kann.

Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung beschrieben. Auf dieser ist

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Aufbaus einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 die Richtcharakteristik der Infrarot-Leuchtdiode der Fig. 1,

Fig. 3 eine Spektralcharakteristik zur Erläuterung der Arbeitsweise der Vorrichtung der Fig. 1,



3315675

- 7 -

- Fig. 4 eine schematische Darstellung des Aufbaus einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 5 eine schematische Darstellung des Aufbaus einer dritten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 6 eine schematische Darstellung des Aufbaus einer vierten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 7 eine schematische Darstellung des Aufbaus einer fünften Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 8 eine schematische Darstellung des Aufbaus einer sechsten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 9 eine schematische Darstellung des Aufbaus einer siebenten Ausführungsform der Erfindung und
- Fig. 10 ein Schrägriß der in der siebenten Ausführungsform verwendeten Infrarot-Leuchtdiode.

Die in Fig. 1 gezeigte Lichtemissionsvorrichtung verwendet eine GaAs-Infrarot-Leuchtdiode 1, die mit einem üblichen Silizium (Si) dotiert ist. Die Wellenlängen des durch diese Leuchtdiode abgestrahlten Lichts liegen in einem sehr engen Bereich von 900 - 1000 nm. Die Infrarot-Leuchtdiode 1 ist als Chip mit einem Sockel 30 verbunden, wobei ein sehr dünner Leitungsdraht auf ihre Oberseite gebondet ist. Fig. 2 zeigt die Richtcharakteristik der mit dem Sockel 30 als Chip verbundenen Leuchtdiode 1. Wie aus der Figur ersichtlich, zeigt die Diode starke Emission in Richtung der senkrecht zur Oberfläche des Sockels 30 liegenden optischen Achse, in Y-Richtung, und ebenso erhebliche Emission in der senkrecht dazu liegenden X-Richtung.

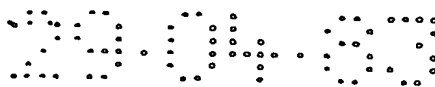
Die auf dem Sockel 30 befindliche Infrarot-Leuchtdiode 1 ist in ein halbkugelförmiges transparentes Harz 4 einge-

formt. Die von der Infrarot-Leuchtdiode 1 ausgehende Infrarotstrahlung breitet sich durch das halbkugelförmige transparente Harz 4 nach außen aus. Dieses halbkugelförmige transparente Harz 4 hat dabei die Wirkung einer Linse.

5 Ein ringförmig ausgebildetes Fluoreszenzelement 6, das eine Umwandlung Infrarot-Sichtbar macht, ist so vorgesehen, daß es um die optische, die Y-Achse herum den Randbereich des halbkugelförmigen transparenten Harzes 4 mit Ausnahme seines Frontbereichs und den Randbereich des Sockels 30  
10 abdeckt. Dieses ringförmige Fluoreszenzelement 6 ist durch transparentes Harz, wie etwa Silikonkautschuk oder Epoxidharz, gebildet, in welchem Teilchen einer fluoreszierenden Substanz, welche durch Anregung durch Infrarotstrahlung der Infrarot-Leuchtdiode 1 sichtbare Strahlung erzeugt, verteilt sind.  
15 Als eine solche Fluoreszenzsubstanz für eine Umwandlung Infrarot-Sichtbar wird eine solche aus der Familie der Fluorlanthanide, beispielsweise eine Fluoryttrium-Fluoreszenzsubstanz mit Erbium als Aktivator ( $\text{YF}_3 + \text{Er}^{3+}$ ) verwendet.

Die Innenfläche des ringförmigen Fluoreszenzelements 6  
20 ist mit der Außenfläche des halbkugelförmigen transparenten Harzes 4 in Berührung gebracht, und ein Teil der von der Infrarot-Leuchtdiode 1 ausgehenden Infrarotstrahlung, und zwar der Anteil, der unter einem Winkel in der Nähe der senkrecht zur optischen Achse Y verlaufenden X-Achse, wie sie  
25 in Fig. 2 gezeigt sind, emittiert wird, tritt in das ringförmige Fluoreszenzelement 6 ein und regt die darin verteilte Fluoreszenzsubstanz an. Auf diese Weise erzeugt das ringförmige Fluoreszenzelement sichtbare Strahlung, die durch die Oberfläche desselben abgegeben wird. Ein Teil der durch  
30 das Fluoreszenzelement 6 abgegebenen sichtbaren Strahlung verläuft parallel zu der Infrarotstrahlung, die in Richtung der optischen Achse Y aus dem Frontbereich des halbkugelförmigen transparenten Harzes 4 abgegeben wird.

Im Spektraldiagramm der Fig. 3 zeigt (a) die spektrale  
35 Emissionsverteilung der siliziumdotierten GaAs-Infrarot-



3315675

- 9 -

Leuchtdiode 1 und (b) die spektrale Anregungsverteilung des vorwiegend aus Fluoryttrium bestehenden Fluoreszenzelements 6, die beide weiter oben als Beispiel genannt wurden. Die Figur zeigt, daß die spektrale Anregungsverteilung (b) in der spektralen Emissionsverteilung (a) enthalten ist. (c) zeigt die durch das angeregte Fluoreszenzelement 6 erzeugte spektrale Verteilung und (d) im Vergleich dazu die spektrale Sehempfindlichkeit des menschlichen Auges. Wie die Figur zeigt, ist die durch das Fluoreszenzelement 6 erzeugte Lichtstrahlung schwach, liegt aber in der Nähe der Wellenlänge, für die die Empfindlichkeit des menschlichen Auges ein Maximum hat, so daß das menschliche Auge sie selbst bei schwachen Werten voll erkennen kann.

Bei der Lichtemissionsvorrichtung gemäß dieser Ausführungsform werden also von der durch die Infrarot-Leuchtdiode 1 mit hoher Ausbeute ausgesandten Infrarotstrahlung wesentliche Anteile in Richtung der optischen Achse Y so, wie sie sind, nach außen abgegeben, während derjenige Anteil, der in Richtung X im wesentlichen senkrecht zur optischen Achse Y ausgesandt wird und sonst wirkungslos wäre, durch das ringförmige Fluoreszenzelement 6 in sichtbare Strahlung umgewandelt wird, wobei diese von der Oberfläche des ringförmigen Fluoreszenzelements 6 nach allen Richtungen abgestrahlt wird.

Wenn eine so aufgebaute Lichtemissionsvorrichtung beispielsweise als Lichtquelle für einen photoelektrischen Schalter verwendet wird, erhält man in Richtung der optischen Achse Y Infrarotstrahlung ausreichender Leistung, die als Meßlicht verwendet werden kann, und gleichzeitig wird sichtbare Strahlung ausgesandt, so daß ohne Schwierigkeiten feststellbar ist, ob die Leuchtdiode 1 Licht abgibt oder nicht, womit die Ausrichtung optischer Achsen und andere Arbeiten leicht bewerkstelligt werden können, indem man die zusammen mit der Infrarotstrahlung abgegebene sichtbare Strahlung beobachtet.

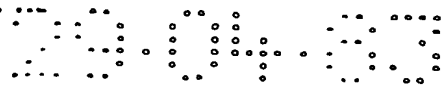
Der Aufbau einer Strahlungseinheit eines Infrarot-Leuchtelements beschränkt sich nicht auf die Form des in der Figur gezeigten halbkugelförmigen Harzes, und ebenso wird die Form des Fluoreszenzelements für die Umwandlung von Infrarot- in sichtbare Strahlung jeweils entsprechend derjenigen der Strahlungseinheit geeignet festgelegt.

Die Fig. 4 und 5 zeigen die zweite bzw. dritte Ausführungsform der Lichtemissionsvorrichtung gemäß der Erfindung. Bei diesen Ausführungsformen wird eine siliziumdotierte GaAs-Infrarot-Leuchtdiode 1 wie bei der vorhergehenden Ausführungsform verwendet.

Die Infrarot-Leuchtdiode 1 ist als Chip auf Leitungsrahmen 2 und 3 gebondet, wobei dies vollständig in transparentes Harz eingeformt ist. Dieses Formteil 4 aus transparentem Harz hat die Form einer Säule, deren Achse auf die optische Hauptachse der Leuchtdiode 1 ausgerichtet ist, wobei ihr Vorderende die Form einer Halbkugel hat, die als Strahlungseinheit mit der Wirkung einer Linse verwendet wird.

In dieses Harzformteil 4 sind mehrere Löcher 5, die bis in den Bereich des Chips der Leuchtdiode 1 im Inneren des Harzes vom Mittelteil von dessen äußerem Umfang ausreichen, strahlenförmig gebohrt und mit Pulver einer Fluoreszenzsubstanz 6 für eine Umwandlung Infrarot-Sichtbar gefüllt, wobei die Öffnungen mit einem Deckel 7 harzversiegelt verschlossen sind. Als Fluoreszenzsubstanz 6 für die Umwandlung Infrarot-Sichtbar wird eine Fluoreszenzsubstanz aus einem Fluorid eines Seltenerdelements mit Ytterbium und Erbium als Aktivatoren verwendet, wobei diese Substanz bei Anregung durch Infrarotstrahlung der Infrarot-Leuchtdiode 1 sichtbare Strahlung erzeugt. Mit einem Fluoreszenzelement 6, das hauptsächlich aus  $\text{YF}_3$  besteht, läßt sich grüne Strahlung einer Wellenlänge von 544 nm gewinnen, während sich bei Verwendung eines Fluoreszenzelements 6, das hauptsächlich aus  $\text{YOCl}$  besteht, rote Strahlung gewinnen läßt.

Bei der in vorstehender Weise aufgebauten Lichtemissions-



3315675

- 11 -

vorrichtung fällt die optische Hauptachse der Infrarot-Leuchtdiode 1 im wesentlichen mit der Mittelachse der Formharzeinheit 4 zusammen und weist zu deren domartigem Frontabschnitt, wobei die Infrarot-Leuchtdiode 1 Infrarotstrahlung erheblicher Intensität auch in Richtung senkrecht zur optischen Hauptachse abstrahlt. Pfeile 8 in Fig. 4 und Fig. 5 bezeichnen von der Infrarot-Leuchtdiode 1 ausgesandte Infrarotstrahlung, und, wie aus den Figuren klar ersichtlich, fällt Infrarotstrahlung, die unter gewissen Winkeln in Bezug auf die Hauptachse ausgesandt wird, auf die in die Löcher 5 eingefüllten Fluoreszenzteilchen 6 ein, wodurch diese angeregt werden. Damit wird durch das Fluoreszenzelement 6, wie durch die gestrichelten Pfeile 9 in den Figuren angedeutet, sichtbare Strahlung erzeugt, die die transparente Formharzeinheit 4 oder den Deckel 7 durchläuft und nach außen gelangt. Auf diese Weise werden Infrarotstrahlung und sichtbare Strahlung gleichzeitig ausgesandt.

Der Unterschied zwischen der Ausführungsform der Fig. 4 und derjenigen der Fig. 5 besteht darin, daß die Ausführungsform der Fig. 4 so angelegt ist, daß reflektierte Fluoreszenzstrahlung in erster Linie nach außen abgegeben wird, während die Ausführungsform der Fig. 5 so ausgelegt ist, daß durchgegangene Fluoreszenzstrahlung in erster Linie nach außen abgegeben wird. Im Falle der Fig. 5 ist der Deckel 7, der die Löcher 5 harzversiegelt, aus transparentem Harz aufgebaut ist.

Es ist zweckmäßig, die Löcher 5 in der Formharzeinheit 4 über Stifte auszubilden, die beim Formgießen der Harzeinheit 4 in die Metallform ragen. Die Löcher 5 sollten dabei so ausgebildet werden, daß ihre Enden so nah wie möglich an den Chip der Infrarot-Leuchtdiode 1 gelangen.

Wenn das Loch 5 nach seiner Füllung mit Fluoreszenzteilchen harzversiegelt werden soll, kann dies dadurch geschehen, daß weiches Harz in die Öffnung des Loches 5 gegossen wird und dort zur Versiegelung zur Verfestigung ge-

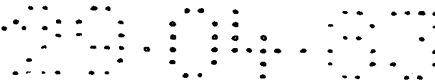
bracht wird, nicht durch Verwendung eines getrennt vorab ausgebildeten Deckels 7. In einem solchen Fall ist es wünschenswert, daß Loch mit einem mit hoher Viskosität hergestellten Harz zu versiegeln, damit die Fluoreszenzteilchen 9 innerhalb  
5 des Loches nicht von dem den Deckel 7 bildenden Harz umhüllt werden.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 4 und Fig. 5 ergibt sich ein einfaches Herstellungsverfahren einfach dadurch, daß Löcher in die Formharzeinheit gebohrt und diese  
10 Löcher mit Fluoreszenzteilchen gefüllt werden, die damit sehr nahe am Leuchtelementchip angeordnet werden können und eine hohe Umwandlungsausbeute für die Umwandlung von Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung aufweisen, so daß es möglich ist, sichtbare Strahlung in einer Stärke zu erhalten,  
15 die in ausreichendem Maße vom menschlichen Auge erkannt werden kann.

Die Fig. 6, 7 und 8 zeigen Ausführungsformen, die so aufgebaut sind, daß durch das Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung umwandelnde Fluoreszenzelement erzeugtes  
20 Licht über Lichtleitfasern nach außen geleitet wird.

Bei der Ausführungsform der Fig. 6 ist wie bei den Ausführungsformen der Fig. 4 und 5 die Infrarot-Leuchtdiode 1 in Form eines Chips auf Leitungsrahmen 2 und 3 gebondet, wobei das Ganze vollständig in transparentes Harz eingeformt ist. Dieses Teil 4 aus transparentem Kunstharz hat  
25 die Form einer Säule, wobei in seinen Außenmantel Löcher 5 gebohrt sind, die den Bereich des innenliegenden Infrarot-Leuchtdiodenchips 1 erreichen. Die Löcher 5 sind mit einem Pulver einer Fluoreszenzsubstanz 6, die Infrarotstrahlung  
30 in sichtbare Strahlung umwandelt, gefüllt. Das eine Ende einer Lichtleitfaser 31 ist in das Loch 5 eingesetzt und darin mit Kunstharz 32 befestigt.

Das Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung umwandelnde Fluoreszenzelement 6 erzeugt mit Erhalt eines Teils der  
35 von der Infrarot-Leuchtdiode 1 ausgesandten Infrarotstrah-



3315675

-13-

lung sichtbare Strahlung. Ein Teil der sichtbaren Strahlung tritt in das eine Ende der Lichtleitfaser 31 ein, wird in dieser geführt und tritt am anderen Ende derselben wieder aus. Pfeile 9 in Fig. 6 deuten sichtbare Strahlung an, die an der Lichtleitfaser 31 austritt. Wenn dabei die Länge der Lichtleitfaser ausreichend lang gemacht wird, ist es möglich, die Aussendung von Infrarotstrahlung durch die Infrarot-Leuchtdiode 1 mittels sichtbarer Strahlung an einer vom Hauptkörper der Lichtemissionsvorrichtung abgelegenen Stelle zu bestätigen.

Die Ausführungsform der Fig. 7 unterscheidet sich von derjenigen der Fig. 6 in den folgenden Punkten: Bei der Ausführungsform der Fig. 7 ist das Loch 5 von der Unterseite des säulenförmigen Harzformkörpers 4 her ausgebildet und es wird primär von der Fluoreszenzsubstanz 6 reflektiertes Fluoreszenzlicht in die Lichtleitfaser 31 geleitet.

Bei der Ausführungsform der Fig. 8 sind die Infrarot-Leuchtdiode 1 und die Fluoreszenzsubstanz 6 für die Umwandlung von Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung in einem Bauteilgehäuse 3 aufgenommen. Dieses Bauteilgehäuse 3 setzt sich aus einem Sockel 3b, einem auf dem Sockel 3b angebrachten Kühlkörper 3c, einem den oberen Teil des Sockels 3b abdeckenden hohlen Behälter 3d und einer an der Oberseite des Behälters 3d angebrachten Linse 3a zusammen, die ein Emissionsfenster bildet. Der Chip der Leuchtdiode 1 ist auf den Kühlkörper 3c direkt unter der Linse 3a gebondet. Die Fluoreszenzsubstanz 6 für die Umwandlung Infrarot-Sichtbar ist sehr nahe der Seite des Chips der Leuchtdiode 1 auf der Oberseite des Kühlkörpers 3c angeordnet. Die Lichtleitfaser 31 durchsetzt die Umfangsfläche des Behälters 3d und ist mit Harz 32 befestigt, wobei ihr eines Ende in den Bereich der Fluoreszenzsubstanz 6 reicht. Da hier die Infrarot-Leuchtdiode 1 und die Fluoreszenzsubstanz 6 auf dem Kühlkörper 3c angeordnet sind, ist der Einfluß der Wärme gering, so daß sich eine Extinktion von Licht durch Erwärmung



der Fluoreszenzsubstanz sehr klein halten läßt und sich eine Emission von sichtbarer Strahlung mit hohem Wirkungsgrad ergibt.

Fig. 9 zeigt die siebente Ausführungsform der Erfindung, während Fig. 10 nur die bei der Lichtemissionsvorrichtung gemäß der siebenten Ausführungsform verwendete Infrarot-Leuchtdiode 101 zeigt.

Diese Infrarot-Leuchtdiode 101 setzt sich aus einem aus GaAs bestehenden Halbleiterchip 42 und aus auf den beiden Seiten des Chips ausgebildeten Elektroden 43 und 44 zusammen. Die eine der Elektroden, 43, ist mit einer Lichtemissionsfläche in Form eines Punktes und vier Unterteilungen einer Lichtemissionsfläche in Form eines Bogens 46 versehen, der so angeordnet ist, daß er um die Punktfläche herum verläuft. Dies hat zur Folge, daß die Lichtemissionsfläche 45 ein konvergiertes Lichtbündel 47 und die Lichtemissionsfläche 46 ein das Lichtbündel 47 umhüllendes ringförmiges Lichtbündel 48 aussendet. Folglich sendet die Leuchtdiode 101 Infrarotstrahlung nur in Richtung des Frontabschnitts senkrecht zur Elektrode 43 aus, und das Lichtbündel 47 und das ringförmige Lichtbündel 48 werden so erzeugt, daß sie einander vor der Elektrode 43 überlappen.

Bei dieser Ausführungsform setzt sich der Halbleiterchip 42 aus einem  $n^+$ -GaAs-Substrat 49, einem (Te-dotierten) n-GaAs-Substrat 50, einer (Zn-dotierten) p-GaAs-Schicht 51, einer (Te-dotierten) n-GaAs-Schicht 52, einer (undotierten) GaAs-Schicht 53 und einer (Zn-dotierten) p-GaAs-Schicht 54 zusammen.

In der p-GaAs-Schicht 51 sind entsprechend den Lichtemissionsflächen 45, 46 durch Ätzen ein Stromeinschnürungsabschnitt 57 in Form eines Punktes und ein weiterer Stromeinschnürungsabschnitt 58 in Form eines kreisförmigen Ringes ausgebildet. Diese Stromeinschnürungsabschnitte 57, 58 bewirken die Erzeugung von Infrarotstrahlung hoher Helligkeit.

Diese Infrarot-Leuchtdiode 101 wird bei der Ausführungsform der Fig. 9 benutzt. Die Lichtemissionsfläche 45 der In-

frarot-Leuchtdiode 101 ist mit einem halbkugelförmigen transparenten Harz 55 abgedeckt, während die Lichtemissionsfläche 46 mit einer ringförmig ausgebildeten bzw. angeordneten Fluoreszenzsubstanz 106 für die Umwandlung von Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung abgedeckt ist. Das transparente Harz 55 ist aus Silikongummi und Epoxidharz usw. aufgebaut. Die Fluoreszenzsubstanz 106 für die Umwandlung von Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung ist durch ein transparentes Harz, wie Silikongummi, Epoxidharz usw., in welchem Teilchen einer fluoreszierenden Substanz, die bei Anregung durch Infrarotstrahlung aus der Lichtemissionsfläche 46 sichtbare Strahlung erzeugt, verteilt sind.

Das durch die Lichtemissionsfläche 45 erzeugte Infrarotbündel durchsetzt also das transparente Harz und wird nach außen abgegeben. Ebenso durchsetzt ein Teil des aus der Lichtemissionsfläche 46 erzeugten Infrarotbündels die Fluoreszenzsubstanz 106 für eine Umwandlung von Infrarotstrahlung in sichtbare Strahlung und wird nach außen abgegeben, aber gleichzeitig regt sie auch die Fluoreszenzsubstanz 106 an. Die angeregte Fluoreszenzsubstanz 106 erzeugt sichtbare Strahlung, die ebenfalls nach außen abgegeben wird. Diese sichtbare Strahlung liegt in einer Form vor, daß sie das aus der Lichtemissionsfläche 45 erzeugte Infrarotbündel umhüllt.

25

30

35 KI/eh

FIG. 3

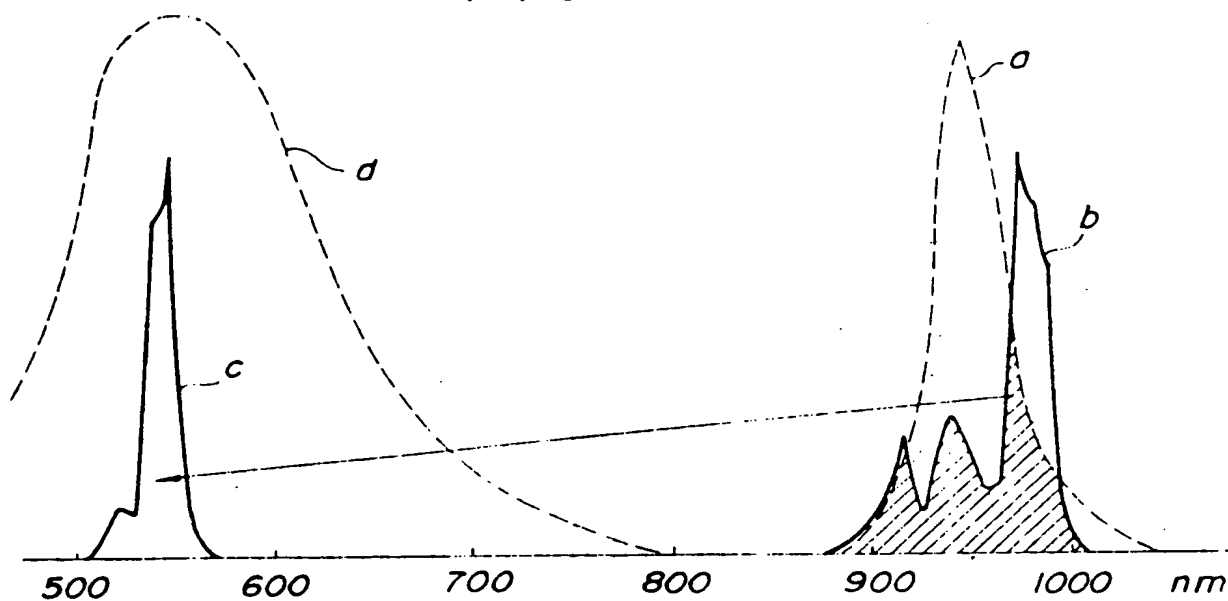


FIG. 4

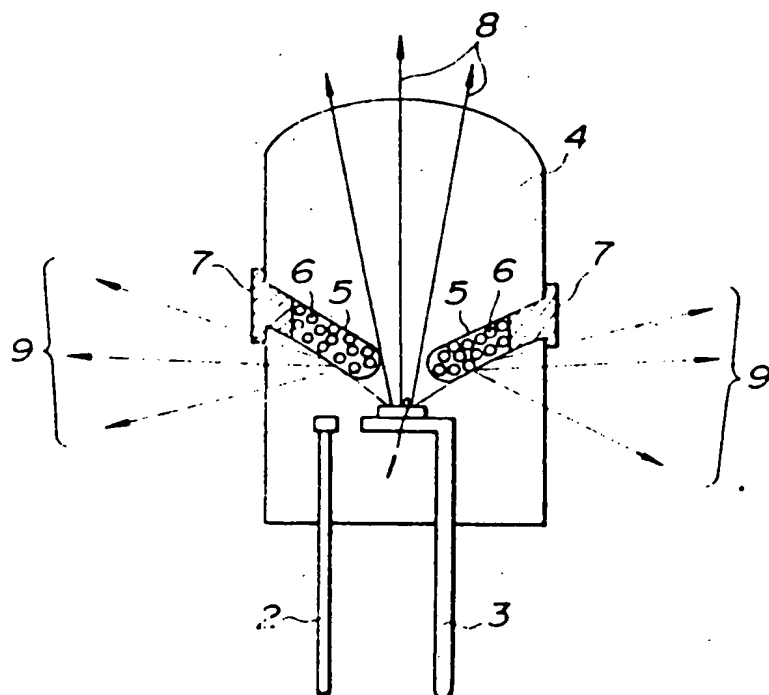


FIG. 5

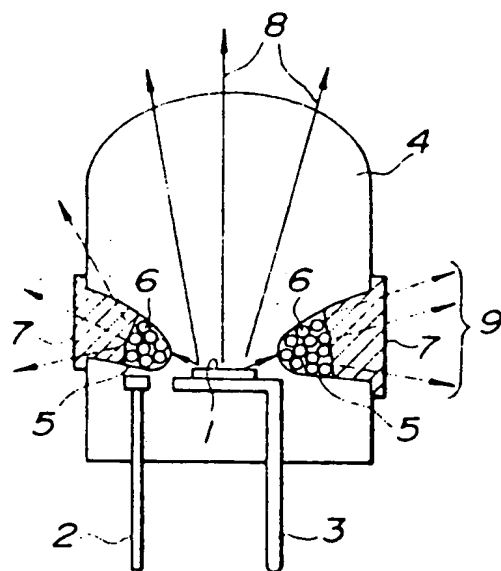


FIG. 6

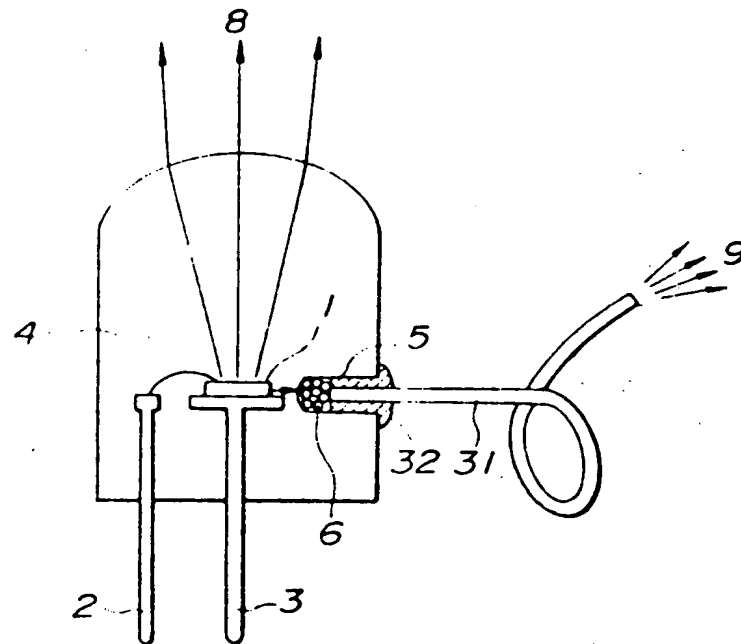


FIG. 7

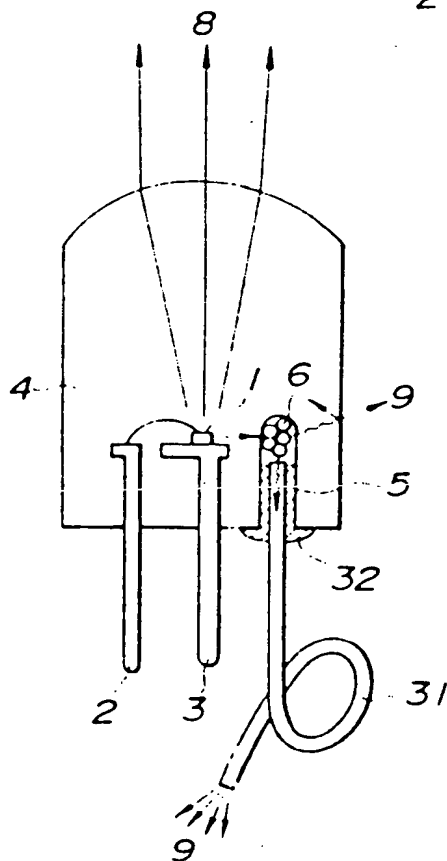
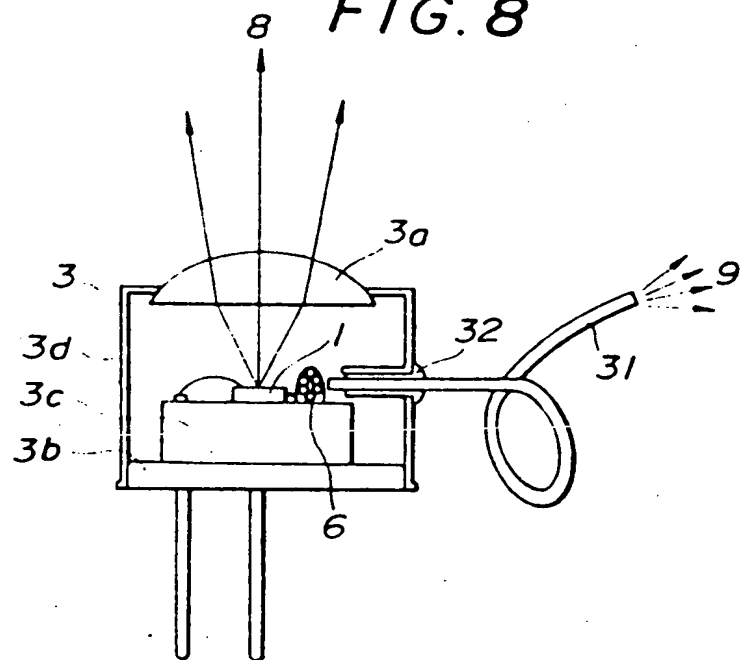


FIG. 8





1/4

-19-

Number:

3315675

Int. Cl.:

F21K 2/00

Ann. Id. tag:

29. April 1983

Offenlegungstag:

3. November 1983

FIG. 1

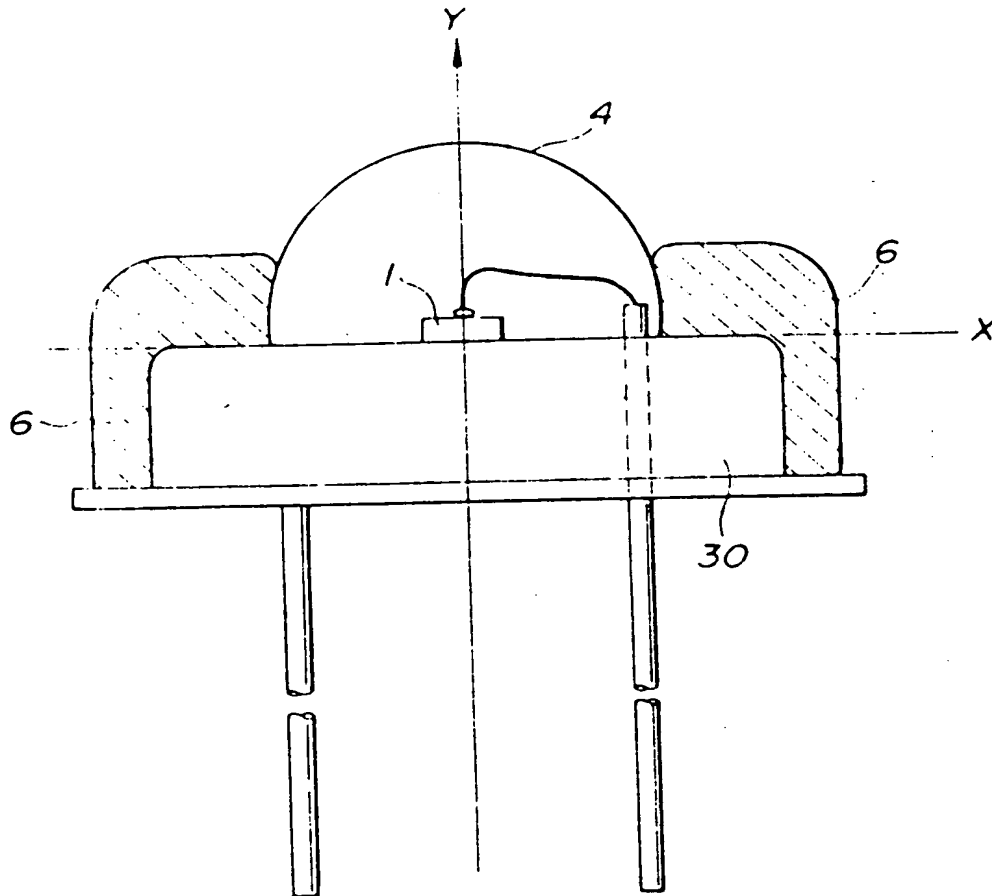
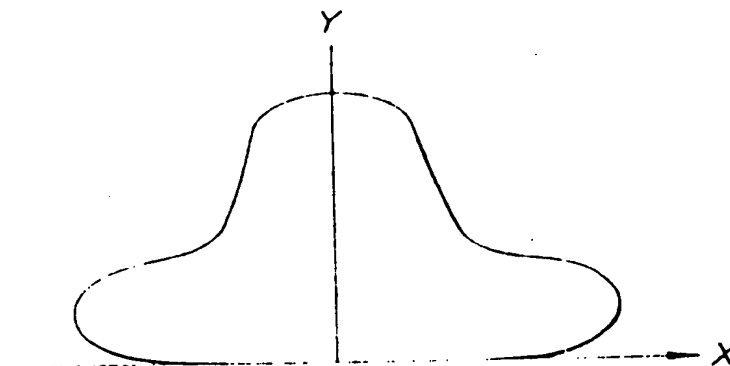


FIG. 2

Docket # GR 96 P 1650 PApplic. # 09/221,789Applicant: Reeh et al.

Lerner and Greenberg, P.A.

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101